

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. November 2001 (15.11.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 01/86333 A2

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G02B 6/27

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/01716

(22) Internationales Anmeldedatum:  
7. Mai 2001 (07.05.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
100 21 835.0 6. Mai 2000 (06.05.2000) DE  
100 21 836.9 6. Mai 2000 (06.05.2000) DE  
100 33 820.8 12. Juli 2000 (12.07.2000) DE

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): PROFILE OPTISCHE SYSTEME GMBH [DE/DE]; Gaussstrasse 11, D-85757 Karlsfeld (DE).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BANDEMER, Adalbert [DE/DE]; Schöttlstrasse 2, 85221 Dachau (DE). KRAUSE, Egbert [DE/DE]; Gartenweg 9b, 09217 Burgstädt (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(74) Anwalt: SCHIUMA, Daniele; Müller-Boré und Partner, Grafinger Strasse 2, 81671 München (DE).

(54) Title: EMULATOR FOR SECOND ORDER POLARIZATION MODE DISPERSION (PMD)

(54) Bezeichnung: EMULATOR FÜR PMD ORDNUNG

(57) Abstract: The invention relates to a system for producing a predeterminable polarization mode dispersion (PMD) comprised of: a first polarization splitter/combiner element, which splits the incoming signal into two signals having polarization directions that are perpendicular to one another; a delay unit, which is arranged in one of the signal lines of both (split) signals, and; a second polarization splitter/combiner element, which combines both split signals once again. The invention is characterized in that for producing a second order polarization mode dispersion, an element is provided, which twists the polarization principal axes, in front of and behind the element, around an appropriate angle with regard to one another, and in that the light signal exiting this element is fed into a system, which is also comprised of a polarization/combiner element, of a delay line and of another polarization/combiner element for combining both signal lines.

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird eine Anordnung zur Erzeugung einer vorgebbaren Polarisations-Moden-Dispersion, mit einem ersten Polarisationsplitter/combiner-Element, das das ankommende Signal in zwei Signale mit zueinander senkrechter Polarisationsrichtung aufspaltet, einer Verzögerungseinheit, die in einer der Signalstrecken der beiden (aufgespaltenen) Signale angeordnet ist, einem zweiten Polarisationsplitter/combiner-Element, das die beiden getrennten Signale wieder zusammenführt. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß zur Erzeugung einer Polarisations-Moden-Dispersion zweiter Ordnung ein Element vorgesehen ist, das die Polarisations-Hauptachsen vor und hinter dem Element um einen geeigneten Winkel zueinander verdreht, und daß das aus diesem Element austretende Lichtsignal in eine Anordnung eingespeist wird, die ebenfalls aus einem Polarisationsplitter/combiner-Element, einer Verzögerungsstrecke und einem weiteren Polarisationsplitter/combiner-Element zum Zusammenführen der beiden Signalstrecken besteht.

WO 01/86333 A2

## Emulator für PMD 2.ter Ordnung

---

5

### BESCHREIBUNG

#### **Technisches Gebiet**

- 10 Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur Erzeugung einer vorgebbaren Polarisations-Moden-Dispersion (PMD) gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.
- 15 Derartige Anordnungen werden beispielsweise zur Erzeugung einer bestimmten PMD für Meß- oder Prüfsysteme oder zur Kompensation PMD-bedingter Verzerrungen in optischen Transmissionssystemen und insbesondere Transmissionsfasern benötigt.
- 20 Da jede Glasfaser ungewollt in geringem Umfange doppelbrechend ist, laufen Lichtsignale unterschiedlicher Polarisation mit verschiedenen Gruppengeschwindigkeiten durch die Glasfaser. Beim Empfänger kommen die Lichtanteile unterschiedlicher Polarisation daher zeitlich gegeneinander verzögert an; dieser Laufzeiteffekt führt zu einer Verbreiterung des empfangenen Signals und damit zu einer Beeinträchtigung der Übertragungsqualität. Dies kann insbesondere zu einer Erhöhung der Bitfehler-
- 25 rate führen.
- 30

Die Polarisations-Moden-Dispersion umfaßt alle polarisationsabhängigen Laufzeiteffekte, bei denen sich die Signalausbreitung vollständig durch das Ausbreitungs-

verhalten zweier voneinander unabhängiger und zueinander orthogonaler Polarisationsmoden beschreiben läßt. Da sich die Doppelbrechung durch äußere Einflüsse, wie Temperatur und mechanische Belastung ständig ändert, und zudem von der Wellenlänge abhängt, verändert sich permanent sowohl die Lage der „principal states of polarisation“ (PSP) als auch die Laufzeitdifferenz zwischen den PSP's. Dies bezeichnet man auch als Polarisations-Moden-Dispersion zweiter Ordnung.

10

Aus den genannten Effekten resultiert ein zeitlich fluktuierendes wellenlängenabhängiges PMD-Verhalten mit Zeitkonstanten im Minutenbereich.

#### 15 **Stand der Technik**

Eine bekannte Anordnung, von der bei der Formulierung des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 ausgegangen wird, weist ein erstes Polarisationsplitter/combiner-Element, das das ankommende Signal in zwei Signale mit zueinander senkrechter Polarisationsrichtung aufspaltet, eine Verzögerungseinheit, die in einer der Signale Strecken der beiden (aufgespaltenen) Signale angeordnet ist, und ein zweites Polarisationsplitter/combiner-Element auf, das die beiden getrennten Signale wieder zusammenführt.

25

Diese bekannte Anordnung hat den Nachteil, daß sie lediglich die Kompensation PMD-bedingter Verzerrungen erster Ordnung erlaubt. Gerade bei langen Übertragungsstrecken spielen jedoch PMD-bedingter Verzerrungen 2. Ordnung eine erhebliche Rolle.

30

Eine weitere bekannte Anordnung zur PMD-Emulation ist beispielsweise eine Anordnung von PM-Fasern mit unterschiedlichen oder gleichen Gruppenlaufzeiten, denen jeweils eine Polarisationsstransformationseinheit vorgeschaltet ist.

#### **Darstellung der Erfindung**

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur Erzeugung einer vorgebbaren Polarisations-Moden-Dispersion anzugeben, die auch die Erzeugung einer Polarisations-Moden-Dispersion zweiter Ordnung erlaubt, und die die PMD einer realen Transmissionsfaser möglichst exakt nachbildet.

Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist im Patentanspruch 1 angegeben. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Ansprüche 2 folgende.

Erfindungsgemäß wird zur Erzeugung einer Polarisations-Moden-Dispersion, die der PMD zweiter Ordnung einer realen Faser entspricht, von einer Anordnung gemäß dem Oberbegriff ausgegangen; diese gattungsgemäße Anordnung wird dadurch weitergebildet, daß ein Element vorgesehen ist, das die Polarisations-Hauptachsen vor und hinter dem Element um einen geeigneten Winkel zueinander verdreht. Das aus diesem Element austretende Lichtsignal wird erfindungsgemäß in eine Anordnung eingespeist, die ebenfalls aus einem Polarisationsplitter/combiner-Element, einer Verzögerungsstrecke und einem weiteren Polarisationsplitter/combiner-Element zum Zusammenführen der beiden Signalstrecken besteht. Mit dieser Anordnung ist zusätzlich zur Erzeugung einer Polarisati-

- ons-Moden-Dispersion erster Ordnung auch die Erzeugung einer Dispersion zweiter Ordnung möglich. Von besonderem Vorteil ist es, daß es - ausgehend von einer Anordnung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 -
- 5 nicht einmal erforderlich ist, zusätzliche Bauelemente, die die Kosten erhöhen würden, zu verwenden. Vielmehr ist es möglich, die erfindungsgemäße Erzeugung einer Polarisations-Moden-Dispersion zweiter Ordnung dadurch zu erhalten, daß der nicht benutzte Eingangsanschluß
- 10 des zweiten Polarisationsplitter/combiner-Elements als Eingangsanschluß für das Signal dient. Dieses Signal durchläuft dann die Verzögerungsstrecke und den ersten Polarisationsstrahlteiler in Gegenrichtung zum ankommenden Signal. Am vierten Tor des ersten Polarisations-
- 15 splitter/combiner-Elements wird dieses Signal dann ausgekoppelt. Das ausgekoppelte Signal weist dann die gewünschte Polarisations-Moden-Dispersion erster und zweiter Ordnung auf.
- 20 Ein besonderer Vorteil dieser Anordnung ist, daß zur Einstellung der PMD 2.ter Ordnung lediglich ein einziger Stellwert, nämlich die Länge der Verzögerungsleitung vorgegeben werden muß.
- 25 Weiter ist es bevorzugt, wenn der Winkel, um den das Element die Polarisations-Hauptachsen gegeneinander verdreht, einstellbar ist. Hierdurch ist es möglich, die Steilheit der Principal State of Polarisation (PSP) sowie das Verhältnis der Polarisations-Moden-
- 30 Dispersion (PMD) 1. und 2. Ordnung einzustellen. Als besonders geeignet hat es sich herausgestellt, einen Winkel von ca.  $22,5^\circ$  zu wählen. Bei einem derartigen

Winkel ist das statistische Verhältnis zwischen PMD 1. und PMD 2. Ordnung dem einer realen Transmissionsfaser in optischen Netzwerken praktisch vollständig angepaßt.

5 Als Verzögerungsstrecken können die verschiedensten bekannten Lösungen eingesetzt werden. Beispielsweise ist es möglich, daß die Verzögerungsstrecke optisch oder elektrisch realisiert wird. Bei einer optischen Realisierung wird der Strahl in der Verzögerungsstrecke als  
10 Freistrahlf geführt. Zur Einstellung der Verzögerung wird die Weglänge geändert, über die der Strahl als Freistrahlf geführt wird.

Bei einer weiteren Realisierung der Verzögerungsstrecke  
15 werden die Fasern mechanischen Kräften ausgesetzt, so daß sich die optischen Parameter der Fasern ändern.

Auch die Einstellung des Winkels, um den die Hauptachsen zueinander bzw. gegeneinander verdreht werden, kann  
20 auf die verschiedensten Arten erfolgen:

So ist es möglich, daß zur Einstellung des Winkels zwei PM-Fasern unter einem dem einzustellenden Winkel entsprechenden Winkel miteinander verspleist werden. Ferner können zur Einstellung des Winkels optische  
25 Schleifringe und/oder Wellenplatten eingesetzt werden.

Als Polarisationsplitter/combiner-Elemente können die verschiedensten Elemente eingesetzt werden, wie sie  
30 derzeit auf dem Markt erhältlich sind. Beispielsweise können die Elemente als PBS-Würfel oder als all-in-faser-Elemente ausgeführt sein.

In jedem Falle ist es jedoch bevorzugt, wenn alle Lichtwege polarisationserhaltend sind. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, daß Freistrah-  
5 wege und/oder PM-Fasern die Lichtwege bilden.

#### **Kurze Beschreibung der Zeichnung**

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher  
10 beschrieben, in der zeigen:

Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau einer erfindungsgemäßen Anordnung zur Erzeugung einer vorgebbaren Polarisations-Moden-Dispersion.

15

#### **Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels**

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Anordnung, die ein erstes Polarisationsplitter/combiner-Element 1, auf dessen Anschluß 11 das ankommende Lichtsignal auf-  
20 trifft. Das Element 1 kann insbesondere ein Polarisationsplitter/combiner-Element ein PBS-Würfel oder ein all-in-faser-Element sein. Das Element 1 spaltet das ankommende Signal in zwei Signale mit zueinander senkrechter Polarisationsrichtung auf. In der einen Signalstrecke 21 ist eine Verzögerungseinheit 23 angeordnet, die das entsprechende Lichtsignal um einen geeigneten Wert verzögert. In der anderen Signalstrecke 22 ist kein verzögerndes Element vorgesehen. Ein zweites Polarisationsplitter/combiner-Element 3, auf dessen  
25 Anschlüsse 31 und 32 die beiden Lichtsignale auftreffen, führt das verzögerte und das nicht verzögerte Signal wieder zusammen. Das zusammengeführte Signal tritt  
30

an dem Anschluß 33 des Elements 3 aus. Insoweit ist der Aufbau bekannt und dient zur Kompensation einer Polarisations-Moden-Dispersion erster Ordnung.

5 Zur Erzeugung einer Polarisations-Moden-Dispersion zweiter Ordnung ist ein Element 4 vorgesehen, das mit dem aus dem Anschluß 33 austretenden Signal beaufschlagt wird, und das die Polarisations-Hauptachsen vor und hinter dem Element um einen geeigneten Winkel zu-  
10 einander verdreht. Dieser Winkel kann insbesondere  $22,5^\circ$  sein. Das aus dem Element 4 austretende Lichtsignal, dessen Polarisations-Hauptachsen um den genannten Winkel verdreht sind, beaufschlagt den Anschluß 34 des Elements 3.

15 Das Element 3 teilt das an seinem Anschluß 34 anstehende Signal derart auf, daß es über die Signalstrecken 31 und 32 wieder zu dem Element 1 zurückgeführt wird.

20 Das Polarisationsplitter/combiner-Element 1 führt die beiden Signale zusammen, das zusammengeführte Signal tritt an dem Anschluß 14 aus dem Element 1 aus, wobei es derart umgewandelt ist, daß es eine Polarisations-Moden-Dispersion erster und zweiter Ordnung kompensiert.  
25

Vorstehend ist die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels ohne Anwendbarkeit und Ausführbarkeit beschrieben worden. Selbstverständlich sind die verschiedensten Abwandlungen möglich. So ist es möglich, daß  
30 der Winkel, um den das Element die Polarisations-Hauptachsen gegeneinander verdreht, einstellbar ist.



Zur Einstellung des Winkels können zwei PM-Fasern unter einem dem einzustellenden Winkel entsprechenden Winkel miteinander verspleist werden. Ferner können zur Einstellung des Winkels optische Schleifringe und/oder  
5 schrägstehende Wellenplatten eingesetzt werden.

Die Verzögerungsstrecke kann optisch oder elektrisch realisiert werden. Insbesondere ist es möglich, daß der Strahl in der Verzögerungsstrecke als Freistrahл geführt wird, und daß die Weglänge geändert wird. Ferner  
10 können die Fasern als Verzögerungsstrecke zur Einstellung der Verzögerung mechanischen Kräften ausgesetzt werden.

PATENTANSPRÜCHE

- 5     1.    Anordnung zur Erzeugung einer vorgebbaren Polarisations-Moden-Dispersion, mit
- einem ersten Polarisationsplitter/combiner-Element, das das ankommende Signal in zwei Signale mit zueinander senkrechter Polarisationsrichtung aufspaltet,
  - 10        -        einer Verzögerungseinheit, die in einer der Signalstrecken der beiden (aufgespaltenen) Signale angeordnet ist,
  - einem zweiten Polarisationsplitter/combiner-Element, das die beiden getrennten Signale
  - 15        wieder zusammenführt,
- dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Erzeugung einer Polarisations-Moden-Dispersion zweiter Ordnung ein Element vorgesehen ist, das die Polarisations-
- 20        Hauptachsen vor und hinter dem Element um einen geeigneten Winkel zueinander verdreht, und daß das aus diesem Element austretende Lichtsignal in eine Anordnung eingespeist wird, die ebenfalls aus einem Polarisationsplitter/combiner-Element,
- 25        einer Verzögerungsstrecke und einem weiteren Polarisationsplitter/combiner-Element zum Zusammenführen der beiden Signalstrecken besteht.
2.    Anordnung nach Anspruch 1,
- 30        dadurch **gekennzeichnet**, daß der Winkel, um den das Element die Polarisations-Hauptachsen gegeneinander verdreht, einstellbar.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Winkel ca.  $22,5^\circ$   
ist.
- 5
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß der nicht benutzte  
Eingangsanschluß des zweiten Polarisationsplit-  
ter/combiner-Elements als Eingangsanschluß für das  
10 Signal dient,  
daß dieses Signal dann die Verzögerungsstrecke und  
den ersten Polarisationsstrahlteiler in Gegenrich-  
tung zum ankommenden Signal durchläuft, und  
daß dieses Signal am vierten Tor des ersten Pola-  
15 risationssplitter/combiner-Elements ausgekoppelt  
wird.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Verzögerungsstrecke  
20 optisch oder elektrisch realisiert wird.
6. Anordnung nach Anspruch 5,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Strahl in der Ver-  
zögerungsstrecke als Freistrahlführt wird, und  
25 daß die Weglänge geändert wird.
7. Anordnung nach Anspruch 5,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß Fasern als Verzöge-  
rungsstrecke zur Einstellung der Verzögerung me-  
30 chanischen Kräften ausgesetzt werden.

8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Einstellung des  
Winkels zwei PM-Fasern unter einem dem einzustel-  
lenden Winkel entsprechenden Winkel miteinander  
5 verspleist werden.
9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Einstellung des  
Winkels optische Schleifringe und/oder schrägste-  
10 hende Wellenplatten eingesetzt werden.
10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Polarisations-  
splitter/combiner-Elemente als PBS-Würfel oder als  
15 all-in-faser-Elemente ausgeführt sind.
11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß alle Lichtwege polari-  
sationserhaltend sind.  
20
12. Anordnung nach Anspruch 11,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß Freistrahllwege  
und/oder PM-Fasern die Lichtwege bilden.

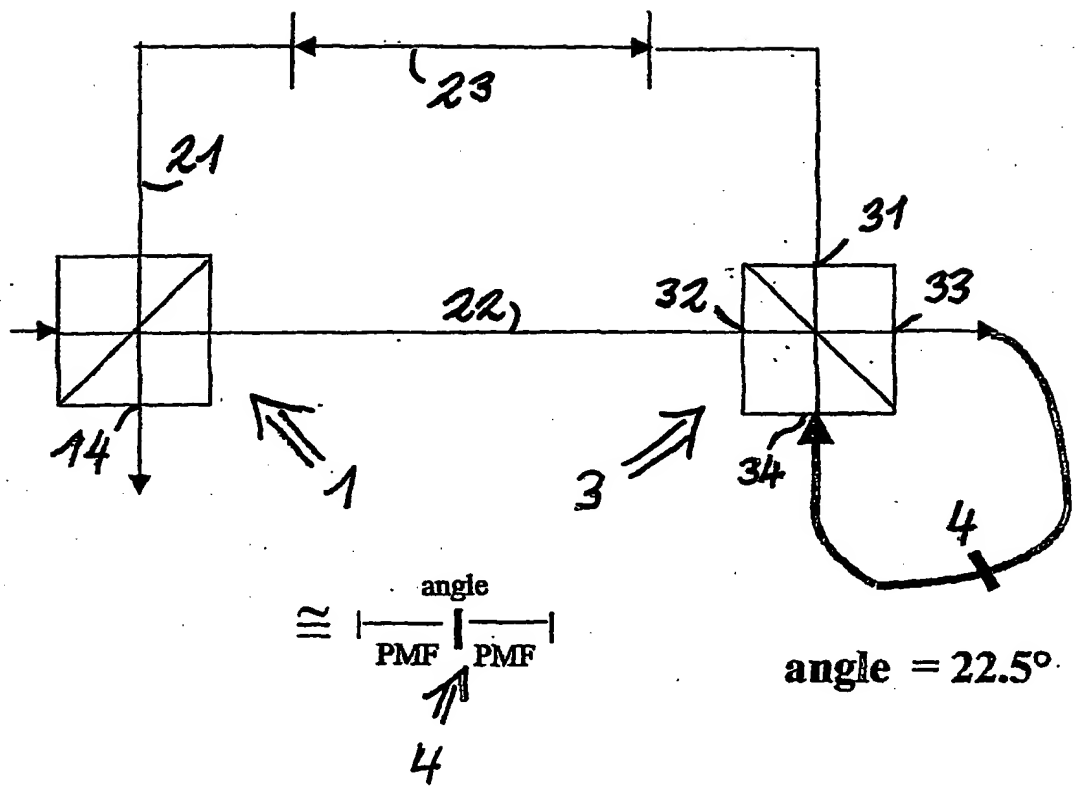


Fig.1

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. November 2001 (15.11.2001)

PCT

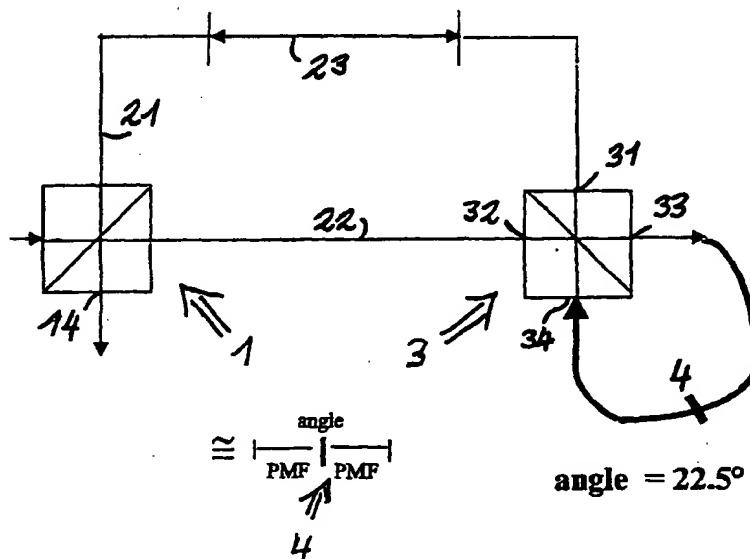
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/86333 A3

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G02B 6/27, 6/34, 6/28 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): PROFILE OPTISCHE SYSTEME GMBH [DE/DE]; Gaussstrasse 11, D-85757 Karlsfeld (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/01716 (72) Erfinder; und
- (22) Internationales Anmeldedatum: 7. Mai 2001 (07.05.2001) (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BANDEMER, Adalbert [DE/DE]; Schötlstrasse 2, 85221 Dachau (DE). KRAUSE, Egbert [DE/DE]; Gartenweg 9b, 09217 Burgstädt (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (74) Anwalt: SCHIUMA, Daniele; Müller-Boré und Partner, Grafinger Strasse 2, 81671 München (DE).
- (30) Angaben zur Priorität:
- |              |                            |    |
|--------------|----------------------------|----|
| 100 21 835.0 | 6. Mai 2000 (06.05.2000)   | DE |
| 100 21 836.9 | 6. Mai 2000 (06.05.2000)   | DE |
| 100 33 820.8 | 12. Juli 2000 (12.07.2000) | DE |
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: EMULATOR FOR SECOND ORDER POLARIZATION MODE DISPERSION (PMD)

(54) Bezeichnung: EMULATOR FÜR PMD ORDNUNG



(57) Abstract: The invention relates to a system for producing a predeterminable polarization mode dispersion (PMD) comprised of: a first polarization splitter/combiner element, which splits the incoming signal into two signals having polarization directions that are perpendicular to one another; a delay unit, which is arranged in one of the signal lines of both (split) signals, and; a second polarization splitter/combiner element, which combines both split signals once again. The invention is characterized in that for producing a second order polarization mode dispersion, an element is provided, which twists the polarization principal axes, in front of and behind the element, around an appropriate angle with regard to one another, and in that the light signal exiting this element is fed into a system, which is also comprised of a polarization/combiner element, of a delay line and of another polarization/combiner element for combining both signal lines.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/86333 A3



LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen**

**Recherchenberichts:**

18. April 2002

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

(57) **Zusammenfassung:** Beschrieben wird eine Anordnung zur Erzeugung einer vorgebbaren Polarisations-Moden-Dispersion, mit einem ersten Polarisationsplitter/combiner-Element, das das ankommende Signal in zwei Signale mit zueinander senkrechter Polarisationsrichtung aufspaltet, einer Verzögerungseinheit, die in einer der Signalstrecken der beiden (aufgespaltenen) Signale angeordnet ist, einem zweiten Polarisationsplitter/combiner-Element, das die beiden getrennten Signale wieder zusammenführt. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß zur Erzeugung einer Polarisations-Moden-Dispersion zweiter Ordnung ein Element vorgesehen ist, das die Polarisations-Hauptachsen vor und hinter dem Element um einen geeigneten Winkel zueinander verdreht, und daß das aus diesem Element austretende Lichtsignal in eine Anordnung eingespeist wird, die ebenfalls aus einem Polarisationsplitter/combiner-Element, einer Verzögerungsstrecke und einem weiteren Polarisationsplitter/combiner-Element zum Zusammenführen der beiden Signalstrecken besteht.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/01716

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G02B6/27 G02B6/34 G02B6/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 430 454 A (REFREGIER PHILIPPE ET AL) 4 July 1995 (1995-07-04)	1-3, 5, 6, 9-12
Y	figures 12, 13 column 8, line 46 - column 9, line 12	7, 8
Y	EP 0 376 449 A (BRITISH TELECOMM) 4 July 1990 (1990-07-04) figure 3	7
Y	EP 0 707 226 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 17 April 1996 (1996-04-17) abstract	8
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 February 2002

Date of mailing of the international search report

11/02/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Verbandt, Y



# INT/ NATIONAL SEARCH REPORT

Internal Application No

PCT/DE 01/01716

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KUDOU T ET AL: "THEORETICAL BASIS OF POLARIZATION MODE DISPERSION EQUALIZATION UP TO THE SECOND ORDER" JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, IEEE. NEW YORK, US, vol. 18, no. 4, April 2000 (2000-04), pages 614-617, XP000989286 ISSN: 0733-8724 ----	
A	EP 0 964 237 A (FUJITSU LTD) 15 December 1999 (1999-12-15) figures 33-35 ----	
A	WO 99 49340 A (LASERCOMM INC) 30 September 1999 (1999-09-30) figure 19 -----	4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/01716

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5430454	A	04-07-1995	FR 2659754 A1	20-09-1991
			DE 69105075 D1	15-12-1994
			DE 69105075 T2	24-05-1995
			EP 0472709 A1	04-03-1992
			WO 9114196 A1	19-09-1991
			JP 4505974 T	15-10-1992
EP 0376449	A	04-07-1990	AU 617556 B2	28-11-1991
			AU 4513989 A	28-05-1990
			CA 2001914 A1	01-05-1990
			DK 80391 A	30-04-1991
			EP 0376449 A1	04-07-1990
			WO 9005282 A1	17-05-1990
EP 0707226	A	17-04-1996	JP 4501608 T	19-03-1992
			JP 3168844 B2	21-05-2001
			JP 8114720 A	07-05-1996
			CN 1131279 A	18-09-1996
			DE 69522524 D1	11-10-2001
			EP 0707226 A1	17-04-1996
EP 0964237	A	15-12-1999	US 5611015 A	11-03-1997
			EP 0964237 A1	15-12-1999
			CN 1249813 T	05-04-2000
WO 9949340	A	30-09-1999	WO 9928723 A1	10-06-1999
			US 2002001430 A1	03-01-2002
			AU 3114499 A	18-10-1999
			AU 3114699 A	18-10-1999
			AU 3635799 A	18-10-1999
			EP 1064574 A1	03-01-2001
			EP 1064572 A2	03-01-2001
			EP 1066539 A1	10-01-2001
			WO 9949341 A1	30-09-1999
			WO 9949342 A1	30-09-1999
			WO 9949340 A2	30-09-1999

# INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/01716

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G02B6/27 G02B6/34 G02B6/28

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 430 454 A (REFREGIER PHILIPPE ET AL) 4. Juli 1995 (1995-07-04)	1-3,5,6, 9-12
Y	Abbildungen 12,13 Spalte 8, Zeile 46 -Spalte 9, Zeile 12 ---	7,8
Y	EP 0 376 449 A (BRITISH TELECOMM) 4. Juli 1990 (1990-07-04) Abbildung 3 ---	7
Y	EP 0 707 226 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 17. April 1996 (1996-04-17) Zusammenfassung --- -/--	8

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. Februar 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

11/02/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Verbandt, Y

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	KUDOU T ET AL: "THEORETICAL BASIS OF POLARIZATION MODE DISPERSION EQUALIZATION UP TO THE SECOND ORDER" JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, IEEE. NEW YORK, US, Bd. 18, Nr. 4, April 2000 (2000-04), Seiten 614-617, XP000989286 ISSN: 0733-8724 -----	
A	EP 0 964 237 A (FUJITSU LTD) 15. Dezember 1999 (1999-12-15) Abbildungen 33-35 -----	
A	WO 99 49340 A (LASERCOMM INC) 30. September 1999 (1999-09-30) Abbildung 19 -----	4

# INTERNATIONALEF ECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. des Aktenzeichen

PCT/DE 01/01716

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5430454 A	04-07-1995	FR 2659754 A1	20-09-1991
		DE 69105075 D1	15-12-1994
		DE 69105075 T2	24-05-1995
		EP 0472709 A1	04-03-1992
		WO 9114196 A1	19-09-1991
		JP 4505974 T	15-10-1992
EP 0376449 A	04-07-1990	AU 617556 B2	28-11-1991
		AU 4513989 A	28-05-1990
		CA 2001914 A1	01-05-1990
		DK 80391 A	30-04-1991
		EP 0376449 A1	04-07-1990
		WO 9005282 A1	17-05-1990
		JP 4501608 T	19-03-1992
EP 0707226 A	17-04-1996	JP 3168844 B2	21-05-2001
		JP 8114720 A	07-05-1996
		CN 1131279 A	18-09-1996
		DE 69522524 D1	11-10-2001
		EP 0707226 A1	17-04-1996
		US 5611015 A	11-03-1997
EP 0964237 A	15-12-1999	EP 0964237 A1	15-12-1999
		CN 1249813 T	05-04-2000
		WO 9928723 A1	10-06-1999
WO 9949340 A	30-09-1999	US 2002001430 A1	03-01-2002
		AU 3114499 A	18-10-1999
		AU 3114699 A	18-10-1999
		AU 3635799 A	18-10-1999
		EP 1064574 A1	03-01-2001
		EP 1064572 A2	03-01-2001
		EP 1066539 A1	10-01-2001
		WO 9949341 A1	30-09-1999
		WO 9949342 A1	30-09-1999
		WO 9949340 A2	30-09-1999